

探究低阶煤分质高效利用

郎 群 刘 伟 (陕西煤业化工集团神木天元化工有限公司, 陕西 榆林 719319)

摘要: 低阶煤是我国煤炭资源的重要组成部分。在国家能源政策支持下, 低阶煤分质高效利用技术得到飞速发展, 多项关键技术取得重大突破, 并在工业化示范装置上得到验证, 技术指标有较大的突破和提升, 有望得到推广应用。本文探究了低阶煤分质高效利用的必要性和重要利用途径, 分析了发展前景及存在的问题, 为相关的研究和实践提供参考。

关键词: 低阶煤; 热解; 分质利用; 高效利用

0 引言

煤炭是我国的主体能源资源和重要工业原料, 在保障国家能源安全和促进经济社会发展中持续发挥着重要的基础保障作用。我国尚未完成工业化, 仍然处于对能源和原材料消费最旺盛的阶段。煤炭仍占到我国一次能源生产量的 68.8% 和能源消费量的 57.7%。在相当长时期内, 煤炭仍是保障能源安全稳定供应的压舱石、支撑能源结构调整和转型发展的稳定器。资源储量大、反应活性好、富油率高的低阶煤的高效分质利用, 有利于实现煤炭使用及经济价值最大化, 有助于构建我国“清洁低碳、安全高效”能源体系, 实施煤炭行业供给侧改革和转型升级的策略。

1 低阶煤分质高效利用的必要性

近年来, 国家加大了对煤炭能源利用问题的关注。《产业结构调整指导目录》(2019 年本) 将煤炭清洁高效利用技术被列为鼓励类。“十三五”将有针对性地实施煤炭分级分质利用, 以中低温干馏制气、制油为主要产品路线的煤炭分质分级多联产技术被列入国家煤炭清洁高效利用战略中, 并将“低阶煤中低温热解分质转化”列为国家“十三五”时期“能源发展重大工程”和“能源关键技术装备”。《能源发展战略行动计划(2014-2020 年)》、《煤炭清洁高效利用行动计划(2015-2020 年)》《能源技术革命创新行动计划(2016-2030 年)》以及国家能源局确定的重点研究方向中明确包含大型煤炭热解、焦油和半焦利用等技术, 同时鼓励利用新疆哈密、准东、陕西榆林等地含油量较高的低阶煤, 采用先进煤化工技术, “推进低阶煤中低温热解等煤炭分质梯级利用示范项目建设”, 加大“煤炭分质利用生产清洁燃料和高端化工产品”, 加快“百万吨级煤炭分质利用一体化等已布局项目建设进度”, 鼓励开展单系列百万吨以上低阶煤热解工业化项目示范。

在我国, 低阶煤是一种比较“年轻”的煤, 其生成时间较短、煤化程度较低、硬度不高、且具有低灰、低硫、高挥发分、高活性及易燃易碎等特点, 主要包括褐煤和低变质烟煤(长焰煤、不粘煤、弱粘煤)。据煤炭地质总局第三次全国煤田预测, 我国垂深 2000m 以浅的低阶煤预测资源量为 26118.16 亿吨, 占全国煤炭资源预

测资源量的 57.38%, 其中低变质烟煤占 53.20%, 褐煤占 4.18%。低阶煤在我国的分布也较为集中, 主要分布在内蒙古、陕西、新疆、山西等等西部地区, 成煤时代以早、中侏罗纪为主。据国家统计局资料, 2018 年, 我国产煤地区累计生产原煤量 354590.9 万 t, 其中内蒙古、陕西、新疆三省区 173959.7 万 t, 占比 49%。随着原煤产量进一步向主产区集中, 产煤小省加速退出, 低阶煤在我国煤炭产量中的比重会越来越高。也正因此, 低阶煤的开发利用越来越受到重视。《煤炭深加工产业示范“十三五”规划》提出, “对成煤期晚、挥发分含量高、反应活性高的煤进行分质利用, 通过油品、天然气、化学品和电力的联产, 实现煤炭使用价值和经济价值的最大化”。《能源技术革命创新行动(2016-2030)》等将“开发百万吨/年低阶煤热解、油化电联产等示范工程”列为重点研究对象, 要求加强煤炭分级分质转化技术创新。中国煤炭工业协会表示, “十四五”期间, 支持煤炭分质分级梯级利用, 从源头上控制污染物排放, 提高煤炭资源综合利用效率和价值。因此, 低阶煤的分质高效利用是必然的选择。

2 低阶煤的分质高效利用方式

煤炭的核心是不同缩合程度的芳环, 主要是由碳元素骨架和带脂肪侧链的多环芳环组成。低阶煤的化学结构中侧链较多, 氢、氧含量较高, 结果导致其挥发分含量高、含水高、含氧多、易自燃、热值低, 直接燃烧会产生大量的污染物, 不仅破坏环境, 而且造成了能源的浪费。目前, 90% 的低阶煤最常用的直接利用方法是燃烧发电, 少量被部分干燥、热解或制成型煤供各种工业锅炉燃烧或化工利用。按照科学高效利用的原则, 根据低阶煤结构及各组分的不同性质和转化特性, 以煤炭同时作为原料和燃料, 将煤的热解(干馏)与燃煤发电、煤气化、煤气利用、煤焦油深加工等多个过程有机结合成新型能源利用体系。与其他煤炭清洁高效利用方式不同, 低阶煤分质高效利用属于源头控制, 其低温热解过程主要属于物理过程。通过以热解为核心的低阶煤分质利用技术获取煤气、焦油、半焦三种能源。在此基础上, 进一步深加工生产高附加值的清洁能源及化学品等, 实现煤炭资源的梯级利用, 提高低阶煤利用的能效。从而,

一方面提高了煤炭利用的能效,另一方面大大减少环境的污染。

热解是低阶煤通过分级转化利用的重要途径。在隔绝空气或在惰性气体条件下持续加热至较高温度时,低阶煤发生一系列的物理变化和化学反应。在此过程中煤会发生交联键断裂、产物重组和二次反应,最终得到气体(煤气)、液体(焦油)、及固体(半焦)等产物。与煤液化、气化等工艺相比,热解是一个相对缓和的反应过程,能避免对煤炭分子过度拆分和最大程度利用煤的分子结构特点。与直接燃烧相比,热解实现了煤中不同成分的梯级转化,是一种资源高效综合利用方法,具有减少燃煤造成的环境污染。此外,通过热解提质,完成物质、能量的多级、多层次转化利用,与传统煤化工、现代煤化工、超超临界发电、IGCC 等领域实现耦合,构筑起跨行业发展的煤化工架构,提高低阶煤资源综合利用价值的优势。低阶煤热解分质利用的工艺路线符合能流和物流的合理利用,有利于实现能耗和排放的最小化,是国内外理论界认可的能耗、物耗最低的煤炭转化方式。

3 发展前景及存在的问题

近十多年来,随着现代煤化工产业的蓬勃发展,国内科研院所、大中院校、煤炭、化工等企业陆续开发了 20 余种煤热解技术,也建成了多套万吨级的中试实验装置及几十万吨级的工业示范装置,为低阶煤分质利用全产业链工业化示范奠定了基础。低阶煤热解领域关键技术取得多项重大突破,并在单项工业化示范装置上得到验证,其技术指标较传统低阶煤分质利用技术(在单炉规模、出油率、煤气品质、环保措施等方面)有较大的突破和提升,为“十四五”低阶煤分质高效利用的全产业链示范项目提供了可靠的技术支撑,有望得到推广应用。

目前,低阶煤高效利用关键技术—粉煤热解在不同程度上攻克了一些重大关键的技术难题,但是在大型工业化装置运行中仍存在长周期商业化稳定运行等难以回避的问题,成套技术实现真正的工业化仍需要较长时间的工业验证和示范升级完善。主要存在的问题如下:

3.1 长周期稳定运行

示范项目大型化缺乏工业化装置连续化稳定运行的支撑。目前煤热解示范项目大多处于整改升级过程中,并无连续稳定运行装置。应当针对存在的工程化问题进行攻关,保障装置的长周期稳定运行。

3.2 单系列热解装置处理能力不足

目前国内所建成的热解炉单炉处理能力不足,与煤炭“十三五”规划要求单炉热解能力达到百万吨级相差甚远,提升热解装置规模以适应工业化应用是化工设备制造业需要考虑的关键问题。

3.3 半焦利用

热解半焦约占热解产物的 50–60wt% (干基),低

阶煤高效利用技术产业化推广后,半焦产量将超过上亿吨。大规模的热解半焦的高附加值转化和产品的市场推广,将是煤炭分质利用项目的关键。

3.4 环保问题

低阶煤热解过程是一个复杂的大分子键断裂、重组的化学反应过程,所产的热解废水成分比较复杂,使用一般的生化处理技术难以处理,易对环境造成二次污染。热解废水存在环保投资高和废水难处理、回用等问题,将使产业路径的发展受到制约。

3.5 经济性问题

原料煤选择范围受限,从中试装置实际运行和理论推导发现,当煤炭(干基煤)含油率不低于 5% 时,煤炭分质利用经济效益才能凸显。低阶煤分质利用示范项目,具有装置大型化、上下游一体化和生产绿色化的发展趋势。热解装置规模应在千万吨级,焦油加氢装置在百万吨级以上,需谨慎评估煤炭分质利用项目与大型煤、油、电、化、冶项目的匹配问题。同时,国家在精细化学品、燃料油、功能性材料等方面的税收等政策,将严重影响示范项目盈利能力和竞争力。

4 总结

低阶煤是我国煤炭资源的重要组成部分,发展煤炭分质高效利用利用,可在一定程度上缓解我国油气资源对外高度依赖局面,对于提升我国能源安全保障程度意义重大。

面对能源“缺油、少气、富煤”的禀赋特点,采用分质高效利用技术,半焦、煤气、焦油向高端产品延伸,生产精细化学品、特种燃料油(高密度、高热值煤油、超低凝点柴油、特种润滑油)、功能性材料,能够提高煤炭资源附加值,实现低阶煤的清洁高效利用。目前,在国家能源政策的鼓励下,煤炭分质高效利用技术上取得了重大突破,但低阶煤分质转化路线还略显粗放,分质利用在技术、经济和环保等方面仍有很多制约因素,亟须国家层面示范工程规范引导。加大低阶煤分质高效开发利用关键技术攻关和科研成果转化力度作为支撑煤炭行业变革的“先手棋”,着力走出一条以煤炭清洁高效利用为核心的高质量发展新路。

参考文献:

- [1] 潘生杰,陈建玉,范飞,李鹏飞.低阶煤分质利用转化路线的现状分析及展望[J].洁净煤技术,2017,23(05):7-12.
- [2] 霍鹏举.低阶煤的分质利用技术现状及发展前景[J].应用化工,2018,47(10):2287-2291.

作者简介:

郎群(1987-),男,汉族,陕西省商南县人,研究生学历,工程师,研究方向:煤化工。

刘伟(1986-),男,汉族,陕西省渭南市人,本科学历,工程师,研究方向:煤焦油深加工。